

CLIPPEDIMAGE= JP411146493A

PAT-NO: JP411146493A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11146493 A

TITLE: MANUFACTURE OF ULTRASONIC OSCILLATOR ARRAY, ULTRASONIC
OSCILLATOR
ARRAY, ULTRASONIC PROBE AND ULTRASONIC IMAGE PICKUP DEVICE

PUBN-DATE: May 28, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKEUCHI, YASUTO

COUNTRY

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

GE YOKOGAWA MEDICAL SYSTEMS LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09308980

APPL-DATE: November 11, 1997

INT-CL_(IPC): H04R017/00; A61B008/00 ; G01N029/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an impedance of an individual ultrasonic transducer by providing plural holes in the direction of thickness of a piezoelectric material plate and providing an electrode on an inner wall of the hole.

SOLUTION: A piezoelectric material plate 32 polarized in the direction of thickness is provided with plural holes 34 in parallel to one another and with equal interval and the inner wall of each hole 34 is adhered to by an electrode 36. Then, in the plural holes 34, a common signal line 366 and an active signal line 368 are connected respectively so that, in a series of vertical and horizontal directions, the electrode 36 is made a common electrode 362 by every other electrode and electrodes other than that are made to be an active electrode 364. Thus, by applying a driving voltage to the active electrode 364, it is possible to generate an oscillation in the direction of thickness of

the piezoelectric material plate 32 on the basis of an
electromechanical
connection coefficient k

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-146493

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 0 4 R 17/00	3 3 2	H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00
G 0 1 N 29/24	5 0 2	G 0 1 N 29/24 5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-308980

(22) 出願日 平成9年(1997)11月11日

(71) 出願人 000121936

ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127

(72) 発明者 竹内 康人

東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会社
内

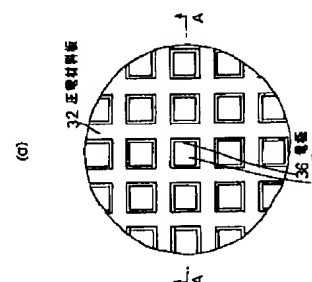
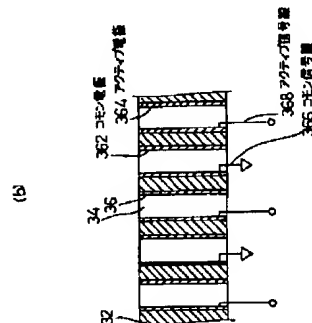
(74) 代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 超音波振動子アレイの製造方法、超音波振動子アレイ、超音波プローブおよび超音波撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 インピーダンスが小さい超音波振動子アレイの製造方法、超音波振動子アレイ、超音波プローブおよびそのような超音波プローブを用いた超音波撮像装置を実現する。

【解決手段】 圧電材料板32の厚み方向に複数の孔34を設け、孔の内壁に電極36を設け、隣合う孔の間ができる圧電材料壁の電気機械結合係数 k_{31} による超音波振動を利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電材料板の厚み方向に複数の孔を互いに平行に設ける工程と、

前記圧電材料板を厚みの方向に分極する工程と、

前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ電極を設ける工程と、を具備することを特徴とする超音波振動子アレイの製造方法。

【請求項2】 厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、

前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ設けられた電極と、を具備することを特徴とする超音波振動子アレイ。

【請求項3】 厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、

前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ設けられた電極と、

前記複数の孔の隣合うもの同士の電極にそれぞれ接続された一方がコモン信号線である2種類の信号線と、を具備することを特徴とする超音波プローブ。

【請求項4】 被検体内に超音波を送波しそのエコーを受波する超音波プローブと、

前記超音波プローブに送波用の駆動信号を与える駆動手段と、

前記超音波プローブから受波信号を受信する受信手段と、

前記受信手段の受信信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、を有する超音波撮像装置であって、

前記超音波プローブが、

厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、

前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ設けられた電極と、

前記複数の孔の隣合うもの同士の電極にそれぞれ接続された一方がコモン信号線である2種類の信号線と、を具備することを特徴とする超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波振動子アレイの製造方法、超音波振動子アレイ、超音波プローブおよび超音波撮像装置に関し、特に、電気機械結合係数 k_{33} に基づく超音波振動を利用する超音波振動子アレイの製造方法および超音波振動子アレイ、そのような超音波振動子アレイを用いる超音波プローブ、および、そのような超音波プローブを用いる超音波撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】被検体内を超音波で走査しエコー(echo)受信信号に基づいて内部状態を画像化するとき、超音波の送波およびエコーの受波用に超音波プローブ(probe)を用いる。超音波プローブは、超音波振動子のアレイ(array)を有する。超音波振動子は、圧電セラミックス(ceramics)

を用いて構成するのが主流となっている。

【0003】そこでは、圧電セラミックスの前面と後面に電極を設け、電気信号の方向と機械的振動の方向が同一な超音波振動、すなわち、電気機械結合係数 k_{33} に基づく超音波振動を利用するようになっている。

【0004】撮像の分解能を上げるために、圧電セラミックスは微素子化される。このため、個々の超音波振動子は、底辺に較べて高さが10倍以上になる縦長の形状を有し、この縦長形状の上端と下端に電極を持つものとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような構造の超音波振動子は、電極間のインピーダンス(impedance)が高くなり、駆動部や受信部およびそれらとの接続に用いられるケーブル(cable)とのインピーダンスマッチング(impedance matching)がとりにくいという問題点がある。

【0006】本発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、インピーダンスが小さい超音波振動子アレイの製造方法、超音波振動子アレイ、超音波プローブおよびそのような超音波プローブを用いた超音波撮像装置を実現することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

(1) 上記の課題を解決する第1の発明は、圧電材料板の厚み方向に複数の孔を互いに平行に設ける工程と、前記圧電材料板を厚みの方向に分極する工程と、前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ電極を設ける工程と、を具備することを特徴とする。

【0008】(2) 上記の課題を解決する第2の発明は、厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ設けられた電極と、を具備することを特徴とする。

【0009】(3) 上記の課題を解決する第3の発明は、厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁にそれぞれ設けられた電極と、前記複数の孔の隣合うもの同士の電極にそれぞれ接続された一方がコモン信号線である2種類の信号線と、を具備することを特徴とする。

【0010】(4) 上記の課題を解決する第4の発明は、被検体内に超音波を送波しそのエコーを受波する超音波プローブと、前記超音波プローブに送波用の駆動信号を与える駆動手段と、前記超音波プローブから受波信号を受信する受信手段と、前記受信手段の受信信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、を有する超音波撮像装置であって、前記超音波プローブが、厚み方向に分極され互いに平行な複数の孔が厚み方向に設けられた圧電材料板と、前記圧電材料板の前記複数の孔の内壁に

それぞれ設けられた電極と、前記複数の孔の隣合うもの同士の電極にそれぞれ接続された一方がコモン信号線である2種類の信号線と、を具備することを特徴とする。

【0011】第2の発明ないし第4の発明において、前記孔は2次元的に分布するものであることが、2次元アレイを簡便に得る点で好ましい。

（作用）本発明では、圧電材料板の孔の間の壁の厚みの方向を電気信号の方向とし、圧電材料板の厚みの方向を機械的振動の方向とし、電気機械結合係数 k_{31} に基づく超音波振動を利用する。これにより、壁の厚みが対向電極間の距離となり、相対的に大面積の電極同士が相対的に短距離で対向することになり、電極間のインピーダンスが小さくなる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。

【0013】図1に、超音波振動子アレイの模式的構成を示す。本アレイは、本発明の超音波振動子アレイの実施の形態の一例である。図1の(a)は平面図、(b)はA-A断面図である。

【0014】同図に示すように、本アレイは、圧電材料板32を用いて構成される。圧電材料板32は、本発明における圧電材料板の実施の形態の一例である。圧電材料板32は、例えば、PZT系圧電セラミックスすなわちジルコン酸チタン酸鉛 $Pb(Zr, Ti)O_3$ や、PT系圧電セラミックスすなわちチタン酸鉛 $PbTiO_3$ 等の板である。圧電材料板32は厚みの方向に分極されている。

【0015】圧電材料板32には、厚みの方向に、複数の孔34が互いに平行にかつ等間隔に設けられている。複数の孔34の内壁面には、電極36が被着されている。電極36は、本発明における電極の実施の形態の一例である。作図の便宜上、孔および電極の符号は1個所のみに付す。

【0016】複数の孔34では、図1の(a)の上下方向および左右方向の連なりにおいて、1つおきに電極36をコモン(common)電極362とし、それ以外の電極をアクティブ(active)電極364とするように、コモン信号線366およびアクティブ368信号線をそれぞれ接続するようになっている。

【0017】コモン信号線366およびアクティブ信号線368は、本発明における2種類の信号線の実施の形態の一例である。作図の便宜上、コモン電極、アクティブ電極およびそれらの信号線の符号は、それぞれ1個所のみに付す。

【0018】このようなコモン電極とアクティブ電極の配列により、互いに隣合う孔の間では、アクティブ電極364とコモン電極362が圧電セラミックスの壁を隔てて互に対向することとなる。

【0019】したがって、アクティブ電極364に駆動電圧を印加することにより、電気機械結合係数 k_{31} に基づき、圧電材料板32の厚みの方向での振動を生じさせることができる。また、圧電材料板32の厚みの方向に外部振動を与えることにより、電気機械結合係数 k_{31} に基づき、アクティブ電極364に電圧を生じさせることができる。すなわち、アクティブ電極364とコモン電極362の間の圧電材料の壁が超音波トランスデューサ(transducer)となる。

【0020】板面上での場所を選んでアクティブ電極364に駆動電圧を印加することにより、圧電材料板32中の所望の超音波トランスデューサを振動させることができる。また、圧電材料板32中の個々の超音波トランスデューサに加わる外部振動に応じて、対応するアクティブ電極364に電圧が生じる。

【0021】すなわち、図1に示す超音波振動子アレイは、2次元の超音波振動子アレイとなる。このような2次元の超音波振動子アレイは、圧電材料板32に複数の孔34を穿ち、各孔の内壁面に電極36を被着するという、極めて簡便な手法によって得ることができる。

【0022】このような超音波振動子アレイにおいて、アクティブ電極364とコモン電極362は、隣合う孔の間の壁にできる厚みを隔てて対向する。それら電極の大きさは、壁の厚みに比して相対的に大きいものとなる。逆にいえば、相対的に大きな面積の電極が相対的に小さな距離で対向することになる。

【0023】このため、電極間の静電容量が大きくなり、そのインピーダンスは小さなものとなる。これによって、アクティブ電極364とコモン電極362の間に接続される駆動部および受信部ないしそれらを接続するケーブルとのインピーダンスマッチングが容易になる。

【0024】なお、図1では、孔34を四角形のものとして示したが、孔34の形状は四角形に限るものではなく、例えば三角形、六角形、円形ないし任意形等の適宜の形状として良い。また、孔34は、図示のような貫通孔に限るものではなく、有底の孔であっても良い。孔34は、また、導電材料で塞ぐようにしても良い。これは、導電材料を利用することにより、アクティブ電極およびコモン電極用の信号線の引き出しを容易にする点で好ましい。

【0025】また、超音波振動子アレイは、2次元アレイに限るものではなく、1次元アレイとして構成することもできる。すなわち、図2に示すように、細長い圧電材料板32に、長手方向に等間隔に並ぶ複数の孔34を厚み方向に穿ち、孔34の内壁面に電極36を被着する。電極36は交互にコモン電極362およびアクティブ電極364とする。孔34の内部は導電材料で充填するようにしても良い。

【0026】次に、このような超音波振動子アレイの製造方法を説明する。図3に、超音波振動子アレイの製造

工程の一例を示す。本工程は、本発明の製造方法の実施の形態の一例である。

【0027】同図に示すように、まず、工程502で圧電材料板への孔加工を行う。孔加工は、例えば、X線リソグラフィ(lithography)に基づくLIGA(lithographic galvanometer)法、押し型を用いるダイスタンプ(die stamp)法あるいは機械的な穴あけ加工等、微細加工分野で既知の適宜の加工法により、圧電材料板32に孔34を設ける工程である。なお、例えばダイスタンプ法のように、孔加工を焼結前の圧電材料について行う場合

は孔加工後に焼結を行う。
【0028】次に、工程504で圧電材料板の分極を行う。分極は、圧電材料の分野で既知の分極装置を用い、圧電材料板32の厚み方向に電圧を印加して、厚み方向に分極させる。

【0029】次に、工程506で孔への電極付けを行う。電極付けは、例えば蒸着、スパッタリング(sputtering)、メッキ等の既知の手法により、銅やアルミニウム等の導電材料の層を孔34の内面に被着する工程である。

【0030】次に、工程508で電極へのリード付けを行う。リード付けは、例えばワイヤボンディング(wire bonding)装置等の既知の装置を用いて、コモン電極362およびアクティブ電極364に、それぞれコモン信号線366およびアクティブ信号線368を取り付ける工程である。

【0031】図4に、超音波撮像装置のブロック(block)図を示す。本装置は本発明の超音波撮像装置の実施の形態の一例である。本装置の構成を説明する。図4に示すように、本装置は、超音波プローブ2を有する。超音波プローブ2は、本発明における超音波プローブの実施の形態の一例である。超音波プローブ2は、図1または図2に示した構成の超音波振動子アレイを有する。超音波振動子アレイは、例えば前方に張り出した円弧に沿って形成されている。すなわち、超音波プローブ2はコンベックスプローブ(convex probe)となっている。超音波プローブ2は、操作者により被検体4に当接されて使用される。

【0032】超音波プローブ2は送受信部6に接続されている。送受信部6は、本発明における駆動手段の実施の形態の一例である。また、本発明における受信手段の実施の形態の一例である。

【0033】送受信部6は、超音波プローブ2に駆動信号を与えて被検体4内に超音波を送波させるようになっている。送受信部6は、また、超音波プローブ2が受波した被検体4からのエコー信号を受信するようになっている。超音波振動子アレイにおける超音波トランスデューサのインピーダンスが低いので、送受信部6とのインピーダンスマッチングが容易になる。

【0034】送受信部6のブロック図を図5に示す。同

図において、送波タイミング(timing)発生回路602は、送波タイミング信号を周期的に発生して送波ビームフォーマ(beamformer)604に入力するようになっている。

【0035】送波ビームフォーマ604は、送波タイミング信号に基づいて、送波ビームフォーミング(beam forming)信号、すなわち、超音波振動子アレイ中の複数の超音波トランスデューサを時間差をもって駆動する複数の駆動信号を発生し、送受切換回路606に入力するようになっている。

【0036】送受切換回路606は、複数の駆動信号をセレクト(selector)608に入力するようになっている。セレクト608は、超音波トランスデューサのアレイの中から送波アパーチャ(aperture)を構成する複数の超音波トランスデューサを選択し、それらに複数の駆動信号をそれぞれ与えるようになっている。

【0037】複数の超音波トランスデューサは、複数の駆動信号の時間差に対応した位相差を持つ複数の超音波をそれぞれ発生する。それら超音波の波面合成によって超音波ビームが形成される。超音波ビームの送波方向は、セレクト608が選択する送波アパーチャによって定まる。

【0038】超音波ビームの送波は、送波タイミング発生回路602が発生する送波タイミング信号により、一定の時間間隔で繰り返行われる。超音波ビームの送波方向は、セレクト608で送波アパーチャを切り換えることにより順次変更される。それによって、被検体4の内部が、超音波ビームが形成する音線によって走査される。すなわち被検体4の内部が音線順次で走査される。

【0039】セレクト608は、また、超音波トランスデューサのアレイの中から受波アパーチャを構成する複数の超音波トランスデューサを選択し、それら超音波トランスデューサが受信した複数のエコー信号を送受切換回路606に入力するようになっている。

【0040】送受切換回路606は、複数のエコー信号を受波ビームフォーマ610に入力するようになっている。受波ビームフォーマ610は、複数のエコー受信信号に時間差を付与して位相を調整し、次いでそれら加算して受波のビームフォーミング、すなわち、受波音線上のエコー受信信号を形成するようになっている。セレクト608により、受波の音線も送波に合わせて走査される。

【0041】超音波プローブ2および送受信部6によって、例えば図6に示すような走査が行われる。すなわち、同図に示すように、放射点200から発する音線202が円弧204上を移動することにより、扇面状の2次元領域206が θ 方向に走査され、いわゆるコンベックスキャンが行われる。音線202を超音波の送波方向(z方向)とは反対方向に延長したとき、全ての音線が一点208で交わるようになっている。点208は全

ての音線の発散点となる。

【0042】超音波振動子アレイが、図1に示したような2次元アレイの場合は、2次元領域206の位置をそれに垂直な方向に順次切り換えることにより、3次元領域を走査することができる。また、図2に示したような1次元アレイの場合は、超音波プローブ2を2次元領域206と垂直な方向に漸次移動させることにより、3次元走査を行うことができる。

【0043】送受信部6はBモード(mode)処理部10およびドップラ(Doppler)処理部12に接続されている。送受信部6から出力される音線毎のエコー受信信号は、Bモード処理部10およびドップラ処理部12に入力される。

【0044】Bモード処理部10はBモード画像データを形成するものである。Bモード処理部10は、図7に示すように対数増幅回路102と包絡線検波回路104を備えている。Bモード処理部10は、対数増幅回路102でエコー受信信号を対数増幅し、包絡線検波回路104で包絡線検波して音線上の個々の反射点でのエコーの強度を表す信号、すなわちAスコープ(scope)信号を得て、このAスコープ信号の各瞬時の振幅をそれぞれ輝度値として、Bモード画像データを形成するようになっている。

【0045】ドップラ処理部12はドップラ画像データを形成するものである。ドップラ処理部12は、図8に示すように直交検波回路120、MTIフィルタ(moving target indication filter)122、自己相関回路124、平均流速演算回路126、分散演算回路128およびパワー演算回路130を備えている。

【0046】ドップラ処理部12は、直交検波回路120でエコー受信信号を直交検波し、MTIフィルタ122でMTI処理し、自己相関回路124で自己相関演算を行い、平均流速演算回路126で自己相関演算結果から平均流速を求め、分散演算回路128で自己相関演算結果から流速の分散を求め、パワー演算回路130で自己相関演算結果からドブラ信号のパワーを求めるようになっている。

【0047】これによって、被検体4内の血流やその他のドップラ信号源(以下、血流等という)の平均流速とその分散およびドブラ信号のパワーを表すそれぞれのデータ、すなわち、ドップラ画像データが音線毎に得られる。なお、流速は音線方向の成分として得られる。流れの方向は、近づく方向と遠ざかる方向とが区別される。

【0048】Bモード処理部10およびドップラ処理部12は画像処理部14に接続されている。Bモード処理部10、ドップラ処理部12および画像処理部14は、本発明における画像生成手段の実施の形態の一例である。画像処理部14は、Bモード処理部10およびドップラ処理部12からそれぞれ入力されるデータに基づいて、それぞれBモード画像およびドップラ画像を構成す

るものである。

【0049】画像処理部14は、図9に示すように、バス(bus)140によって接続された音線データメモリ(data memory)142、ディジタル・スキャンコンバータ(digital scan converter)144、画像メモリ146および画像処理プロセッサ(processor)148を備えている。

【0050】Bモード処理部10およびドップラ処理部12から音線毎に入力されたBモード画像データおよびドップラ画像データは、音線データメモリ142にそれぞれ記憶される。

【0051】ディジタル・スキャンコンバータ144は、走査変換により音線データ空間のデータを物理空間のデータに変換するものである。ディジタル・スキャンコンバータ144によって変換された画像データは、画像メモリ146に記憶される。すなわち、画像メモリ146は物理空間の画像データを記憶する。画像処理プロセッサ148は、音線データメモリ142および画像メモリ146のデータについてそれぞれ所定のデータ処理を施すものである。

【0052】画像処理部14には表示部16が接続されている。表示部16は、画像処理部14から画像信号が与えられ、それに基づいて画像を表示するようになっている。なお、表示部16は、カラー(color)画像が表示可能なものとなっている。

【0053】以上の送受信部6、Bモード処理部10、ドップラ処理部12、画像処理部14および表示部16は制御部18に接続されている。制御部18は、それら各部に制御信号を与えてその動作を制御するようになっている。また、被制御の各部から各種の報知信号が入力されるようになっている。制御部18の制御の下で、Bモード動作およびドップラモード動作が実行される。

【0054】制御部18には操作部20が接続されている。操作部20は操作者によって操作され、制御部18に所望の指令や情報を入力するようになっている。操作部20は、例えばキーボード(keyboard)やその他の操作具を備えた操作パネル(panel)で構成される。

【0055】本装置の動作を説明する。操作者は超音波プローブ2を被検体4の所望の個所に当接し、操作部20を操作して、例えばBモードとドップラモードを併用した撮像を行う。

【0056】撮像は、制御部18による制御の下で、Bモードとドップラモードの時分割動作により行われる。すなわち、例えばドップラモードのスキンを数回行う度にBモードのスキンを1回行う割合で、Bモードとドップラモードの混合スキンをを行う。

【0057】Bモードにおいては、送受信部6は、超音波プローブ2を通じて音線順次で被検体4の内部を走査して逐一そのエコーを受信する。Bモード処理部10は、送受信部6から入力されるエコー受信信号を対数増

幅回路102で対数増幅し包絡線検波回路104で包絡線検波してAスコープ信号を求め、それに基づいて音線毎のBモード画像データを形成する。

【0058】画像処理部14は、Bモード処理部10から入力される音線毎のBモード画像データを音線データメモリ142に記憶する。これによって、音線データメモリ142内に、Bモード画像データについての音線データ空間が形成される。

【0059】ドップラモードにおいては、送受信部6は超音波プローブ2を通じて音線順次で被検体4の内部を走査して逐一そのエコーを受信する。その際、1音線当たり複数回の超音波の送波とエコーの受信が行われる。

【0060】ドップラ処理部12は、エコー受信信号を直交検波回路120で直交検波し、MTIフィルタ122でMTI処理し、自己相関回路124で自己相関を求め、自己相関結果から、平均流速演算回路126で平均流速を求め、分散演算回路128で分散を求め、パワー演算回路130でパワーを求める。

【0061】これらの算出値は、それぞれ、例えば血流等の平均流速とその分散およびドップラ信号のパワーを音線毎に表すドップラ画像データとなる。なお、MTIフィルタ122でのMTI処理は1音線当たりの複数回のエコー受信信号を用いて行われる。

【0062】画像処理部14は、ドップラ処理部12から入力される音線毎のドップラ画像データを音線データメモリ142に記憶する。これによって、音線データメモリ142内に、ドップラ画像データについての音線データ空間が形成される。

【0063】画像処理プロセッサ148は、音線データメモリ142のBモード画像データとドップラ画像データをディジタル・スキャンコンバータ144でそれぞれ走査変換して画像メモリ146に書き込む。その際、ドップラ画像データを、流速に分散を加えたCFM(color flow mapping)画像用の画像データおよびパワードップラ画像用の画像データとしてそれぞれ書き込む。

【0064】画像処理プロセッサ148は、Bモード画像、CFM画像およびパワードップラ画像を別々の領域に書き込む。Bモード画像は、走査面における体内組織の断層像を示すものとなる。CFM画像は、走査面における血流等の速度の2次元分布を示す画像となる。パワードップラ画像は、走査面における血流等の所在を示す画像となる。

【0065】操作者は、操作部20を操作して、例えばBモード画像とCFM画像の重畳画像を表示部16に表示させる。これによって、Bモード画像で示される体内組織断層像を背景とし、血流等のCFM画像がカラー表示される。

【0066】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明では、圧電材料板の厚み方向に複数の孔を設け、孔の内壁

に電極を設け、隣合う孔の間に行ける圧電材料壁の電気機械結合係数 k_{31} による超音波振動を利用するようにしたので、個々の超音波トランスデューサのインピーダンスが小さい超音波振動子アレイを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例の超音波振動子アレイの模式的構成図である。

【図2】本発明の実施の形態の一例の超音波振動子アレイの模式的構成図である。

【図3】本発明の実施の形態の一例の超音波振動子アレイ製造工程を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態の一例の装置における送受信部のブロック図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例の装置による音線走査の概念図である。

【図7】本発明の実施の形態の一例の装置におけるBモード処理部のブロック図である。

【図8】本発明の実施の形態の一例の装置におけるドップラ処理部のブロック図である。

【図9】本発明の実施の形態の一例の装置における画像処理部のブロック図である。

【符号の説明】

32 圧電材料板

34 孔

36 電極

362 コモン電極

364 アクティブ電極

366 コモン信号線

368 アクティブ信号線

2 超音波プローブ

4 被検体

6 送受信部

10 Bモード処理部

12 ドップラ処理部

14 画像処理部

16 表示部

18 制御部

20 操作部

602 送波タイミング発生回路

604 送波ビームフォーマ

606 送受切換回路

608 セレクタ

610 受波ビームフォーマ

102 対数増幅回路

104 包絡線検波回路

120 直交検波回路

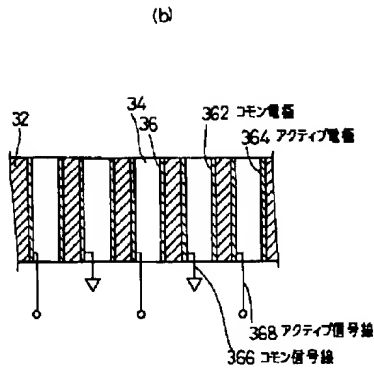
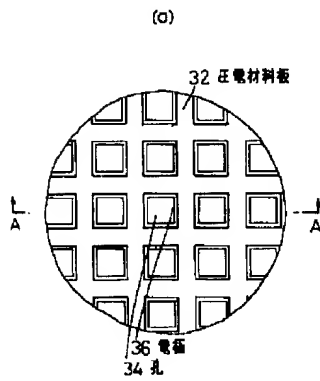
122 MTIフィルタ

124 自己相関回路

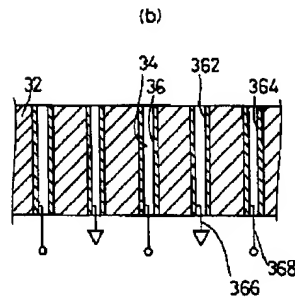
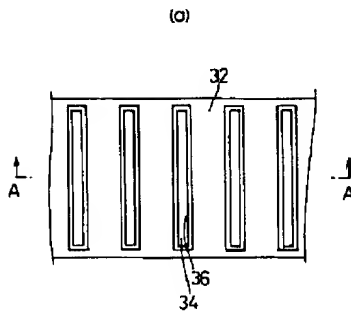
11
126 平均流速演算回路
128 分散演算回路
130 パワー演算回路
140 バス
142 音線データメモリ
144 デジタル・スキャンコンバータ
146 画像メモリ

12
148 画像処理プロセッサ
200 放射点
202 音線
204 円弧
206 2次元領域
208 発散点

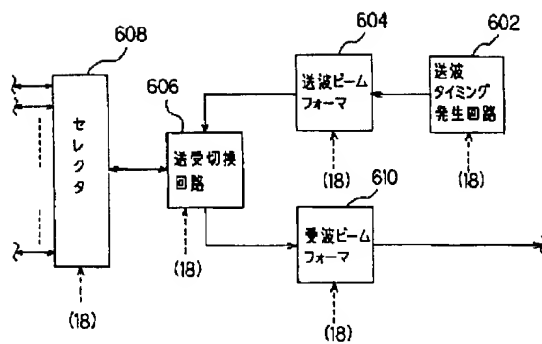
【図1】



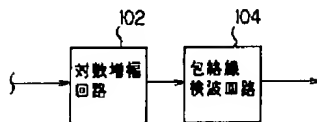
【図2】



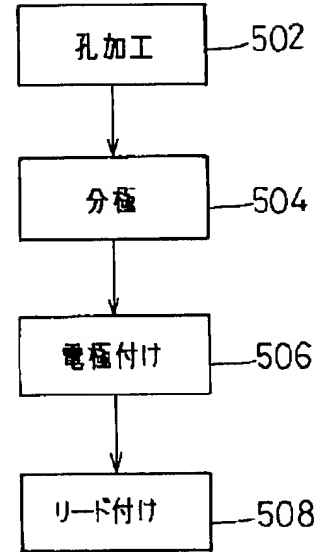
【図5】



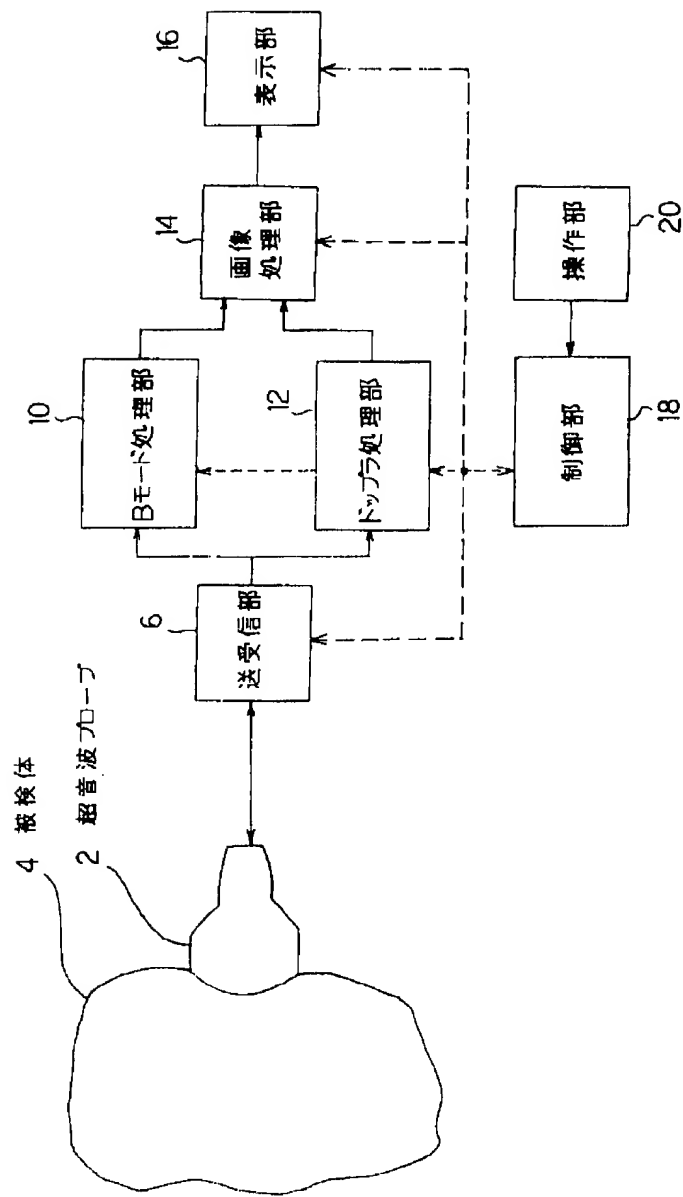
【図7】



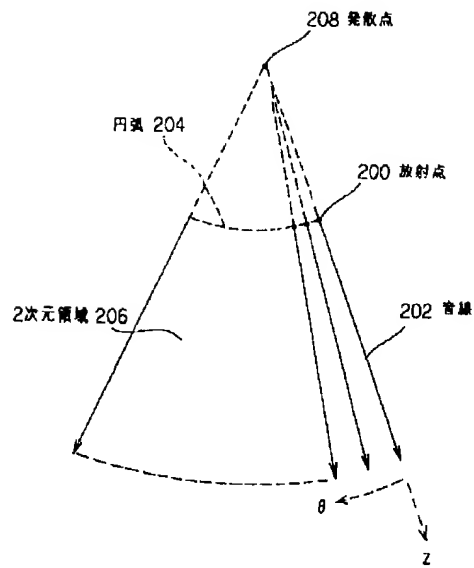
【図3】



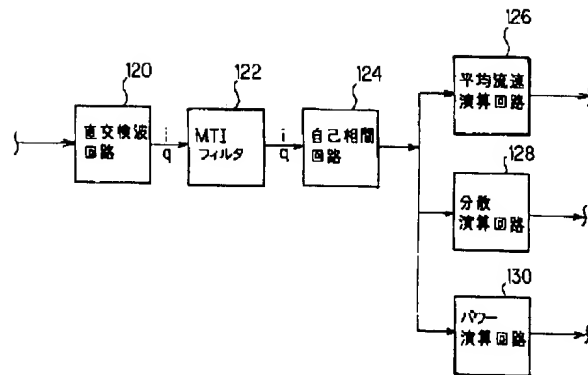
【図4】



【図6】



【図8】



【図9】

